

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСХОДОМЕТРИИ (ЦИ СИ ФГУП «ВНИИР»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора по научной
работе ~~заместитель директора по качеству~~
ФГУП «ВНИИР»



В.А. Фафурин

2015 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЁТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ УВИР

модификаций УВИР 16, УВИР 12, УВИР 08, УВИР 06, УВИР 04, УВИР 02

Методика поверки

МП 0326-13-2015

ГР 02616-15

Казань

2015 г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»
ООО Завод «Саратовгазавтоматика»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая методика распространяется на расходомеры-счётчики газа ультразвуковые УВИР модификаций УВИР 16, УВИР 12, УВИР 08, УВИР 06, УВИР 04, УВИР 02 (далее – расходомеры), изготавливаемые ООО Заводом «Саратовгазавтоматика» и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 4 года.

1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования;
- ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Общие технические условия;
- ГОСТ 30319.3-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств по уравнению состояния;
- ГОСТ 6651-2009 Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля
- ГОСТ Р 8.618-2006 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расходов газа;

Примечание – При применении настоящей инструкции целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории Российской Федерации по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей инструкцией следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны выполняться следующие операции:

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	8.1	+	+
Опробование	8.2	+	+
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях	8.3	+	+
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки	8.3.1	+	+

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом*)	8.3.2	+	+
Определение относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный сигнал и приведенной погрешности при преобразовании значения расхода газа в токовый сигнал	8.4	+	+
Определение абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры	8.5	+	+
Определение приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления	8.6	+	+
Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа	8.7	+	-
Примечание: *) Первичная поверка имитационным методом допускается для расходомеров-счетчиков DN200 и более.			

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- частотомер ЧЗ-63, диапазон измеряемых частот от 0,01 Гц до 20 МГц, по ДЛИ 2.721.007 ТУ;
- термометр сопротивления типа ТСР, пределы измерений от минус 40 °С до 80 °С, предел допускаемой погрешности 0,1%;
- манометр МО с верхним пределом измерений 30 МПа, класс точности 0,16 по ТУ 25-05-1664-74 (ИУС 4-91);
- термометр ртутный, диапазон измерений от 0 до 50 °С, цена деления 0,1 °С по ГОСТ 28498-90;
- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106,7 кПа, цена деления шкалы 100 Па по ТУ 25-11.15135;
- психрометр ВИТ-1, диапазон измерений относительной влажности от 30% до 80%, цена деления термометров 0,5 °С по ТУ 25-11.1645;
- установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера-счетчика, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,23\%$ (или средним квадратическим отклонением результатов

измерений не более 0,05% при 11 независимых измерениях, и неисключенной систематической погрешности не превышающей 0,1%);

- установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: воздух, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера-счетчика, НСП 0,04%, СКО 0,05% (при 11 независимых измерениях);
- калибратор многофункциональный ASC300-R, генерирование постоянного тока в диапазоне от 0 до 24 мА, погрешность $\pm(0,015\%$ от показания $\pm 2\text{мкА}$), имитация сигналов от термометров сопротивления Pt100 в диапазоне от минус 200 до плюс 300, абсолютная погрешность $\pm 0,03^\circ\text{C}$;
- сертифицированное программное обеспечение для расчета скорости звука;
- сертифицированное программное обеспечение для расчета объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям;

3.2. Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или поверительные клейма.

3.3. Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие определение и контроль метрологических характеристик поверяемого расходомера-счетчика с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- эксплуатационной документацией на поверяемый расходомер-счетчик и средства поверки;
- правилами безопасности труда, действующими на предприятии.

4.2. К проведению поверки допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II, прошедшие инструктаж по технике безопасности, и изучившие руководства по эксплуатации расходомера-счетчика и средств поверки.

4.3. Монтаж и демонтаж расходомера- счетчика должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии и при отключенном напряжении питания, а также в соответствии с техникой безопасности и эксплуатационной документацией на расходомер-счетчик. Конструкция соединительных элементов расходомера- счетчика и поверочной установки должна обеспечивать надежность крепления расходомера-счетчика и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

4.4. Заземление средств поверки должно осуществляться согласно требованиям ГОСТ 12.2.007.10-87.

5 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- корпус расходомера- счетчика и применяемых средств измерений должны быть заземлены в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- ко всем используемым средствам должен быть обеспечен свободный доступ для заземления, настройки и измерений;
- работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания;
- к работе должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию и обученные работе с расходомером-счетчиком и правилам техники безопасности;

- указания, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок», а также инструкциями по эксплуатации оборудования, его компонентов и применяемых средств поверки.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1. При проведении поверки должны соблюдаться условия по ГОСТ 8.395:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С*);
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Вибрация и внешнее магнитное поле (кроме земного) отсутствуют.

Примечание – *) При поверке расходомера-счетчика имитационным методом без снятия расходомера-счетчика с измерительной линии допускается определение относительной погрешности измерения объемного расхода газа счетчиком при температуре окружающей среды от минус 25 °С до плюс 55 °С.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки расходомера-счетчика выполняют следующие подготовительные работы:

7.1 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на расходомер-счетчика.

7.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или поверительные клейма на используемые средства поверки.

7.3 Проверяют работоспособность расходомера-счетчика и средств поверки в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.4 Проводят монтаж средств поверки согласно структурным схемам, указанным в руководстве по эксплуатации.

7.5 Включают и прогревают расходомер-счетчик и средства поверки не менее 30 минут.

7.6 Остальную подготовку проводят согласно требованиям документации изготовителя расходомера-счетчика и руководствам по эксплуатации средств поверки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должны быть установлены:

- комплектность расходомера-счетчика;
- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной документацией;
- отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушения покрытий, надписей и отсутствие других дефектов, препятствующих его функционированию в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2. Опробование

Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого расходомера и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи персонального компьютера (далее ПК) и установленного программного обеспечения (далее ПО) – УВИР-ПК, либо непосредственно при помощи встроенного интерфейса показывающего устройства расходомера.

8.2.1 При поверке расходомеров проливным методом убеждаются в изменении показаний расходомера при изменении расхода газа на поверочной установке.

8.2.2 При поверке имитационным методом на месте эксплуатации убеждаются в показаниях расходомера по измерительным каналам расхода, давления и температуры до выполнения процедуры перекрытия расхода.

8.2.3 При поверке имитационным методом при снятии расходомера с газопровода убеждаются в показаниях по измерительным каналам расхода, давления и температуры расходомера любым доступным способом, задавая расход вентилятором, компрессором и т.п. Воздушный поток не должен превышать значения по скорости в 20 м/с.

Результаты опробования считают положительными, если значение скорости потока и расхода газа по показаниям расходомера отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления соответствуют значениям, перечисленным в п. 6.

8.2.4 Проверка соответствия ПО

Для проверки соответствия ПО необходимо включить расходомер. После подачи питания встроенное ПО расходомера выполняет ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода путем расчета и публикации контрольной суммы. При этом на показывающем устройстве расходомера должны отражаться следующие данные:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО.

Идентификационные данные поверяемого счетчика должны соответствовать представленным в описании типа.

8.3 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки

Допускается проводить поверку и выдавать свидетельство о поверке для ограниченного диапазона объемного расхода газа на основании письменного заявления владельца расходомера-счетчика

Поверочная установка и метод поверки выбирается согласно приложению В.

8.3.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки методом прямых измерений

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$ и Q_{\min} . Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода, (не менее 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 0,025Q_{\max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

Определяют относительную погрешность расходомера-счетчика, в процентах, по формуле

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_{etal}}{Q_{etal}} 100, \quad (12)$$

где Q_{etal} – расход по показаниям эталонной установки.

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов.

Расходомер счетчик считается прошедшим поверку если его значения не превышают значений, указанных в таблице 5

8.3.1.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки методом прямых многократных измерений

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{max} , $0,7Q_{max}$, $0,5Q_{max}$, $0,3Q_{max}$, $0,1Q_{max}$ и Q_{min} . Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода, (не менее 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 0,025Q_{max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{max}$.

На каждом значении расхода проводят не менее пяти измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям расходомера-счетчика Q_{icn} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле:

$$Q_{ic} = Q_{icn} \frac{P_e T_i z_i}{P_i T_e z_e}, \quad (1)$$

где P_e – давление газа на участке эталонных преобразователей;

P_i – давление газа на участке поверяемого расходомера-счетчика;

T_e – температура газа на участке эталонных преобразователей;

T_i – температура газа на участке поверяемого расходомера-счетчика;

z_i – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке поверяемых расходомеров-счетчиков;

z_e – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонных преобразователей.

Примечание: допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему газа.

Полученные значения и значения по показаниям установки фиксируют и оформляют в виде таблицы 3.

Таблица 3

Среднее значение расхода	Расход (эталонное значение)	Расход (показания расходомера-счетчика)	Девияция	Среднеарифметическая девияция
м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч	%	%
Q_j	Q_{1e}	Q_{1c}	fp_1	fp_{Q_j}
	Q_{2e}	Q_{2c}	fp_2	
		
	Q_{ne}	Q_{nc}	fp_n	

Значения девияции fp_i рассчитывают в процентах по формуле

$$fp_i = \left(\frac{Q_{ic}}{Q_{ie}} - 1 \right) 100 \quad (2)$$

Значение среднеарифметической девияции рассчитывают по формуле

$$fp_{Q_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n fp_i, \quad (3)$$

где n – число экспериментов проведенных в данной точке по расходу ($n \geq 5$),
 Q_j – нижний индекс обозначает текущую точку по расходу и принимает значения Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$, Q_{\min} .

Рассчитывают отклонение среднего результата измерений объема в процентах для всех точек по расходу по формуле

$$S_{V_j} = \frac{100}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ic}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(Q_{ic} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ic} \right)^2}{n(n-1)}}. \quad (4)$$

Рассчитывают доверительные границы ε случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле

$$\varepsilon = t_{n0,95} S_{V_j}, \quad (5)$$

где $t_{n0,95}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 95% и степенью свободы n , (определяют по приложению Д ГОСТ Р 8.736-2011);

S_{Q_j} – максимальное среднеквадратическое отклонение среднего результата измерений ($S_{Q_j} = \max_j S_{Q_j}$).

После заполнения таблицы 3 для всех точек по расходу определяют средневзвешенную девияцию WME по формуле:

$$WME = \frac{\sum_{j=1}^m k_j fp_{Q_j}}{\sum_{j=1}^m k_j}, \quad (6)$$

где $k_j = \begin{cases} \frac{Q_j}{Q_{\max}}, & \text{при } Q_j < 0,7Q_{\max} \\ 1,4 - \frac{Q_j}{Q_{\max}}, & \text{при } Q_j > 0,7Q_{\max} \end{cases}$

j – индекс поверочного расхода ($j = 1 \dots m$);
 m – число точек по расходу ($m = 5$).

Вычисляют корректировочный коэффициент $AF^{*})$ по формуле

$$AF = \frac{1}{1 + \frac{WME}{100}} \quad (7)$$

Корректируют показания счетчика по рассчитанному корректировочному коэффициенту AF (умножением на AF), результаты оформляют в виде таблицы 4.

Примечание – $*)$ В соответствии с документацией фирмы допускается использование корректировочных коэффициентов, определенных для каждого значения расхода.

Таблица 4

Среднее значение расхода	Расход, эталонное значение	Расход, скорректированные показания расходомера-счетчика	Скоррект. девиация	Среднеарифметическая скорректированная девиация
$M^3/ч$	$M^3/ч$	$M^3/ч$	%	%
Q_j	Q_{1e}	Q_{1k}	fpk_1	fpk_{Q_j}
	Q_{2e}	Q_{2k}	fpk_2	
	
	Q_{ne}	Q_{nk}	fpk_n	

Определяют границы неисключенной систематической погрешности по формуле

$$\Theta = \begin{cases} \pm \left(\sum_{l=1}^N |\Theta_l| + |\Theta_{cal}| \right), \text{ при } N < 3 \\ \pm 1,1 \sqrt{\sum_{l=1}^N \Theta_l^2 + \Theta_{cal}^2}, \text{ иначе} \end{cases}, \quad (8)$$

где Θ_l – граница l -й составляющей неисключенной систематической погрешности установки;

Θ_{cal} – неисключенная систематическая погрешность калибровки, определяется как максимальное абсолютное значение среднеарифметической девиации с учетом калибровки ($\Theta_{cal} = \max_{Q_j} |fpk_{Q_j}|$).

Определяют среднеквадратическое отклонение суммы неисключенных систематических погрешностей по формуле

$$S_{\Theta} = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^N \Theta_l^2 + \Theta_{cal}^2}{3}}. \quad (9)$$

Определяют суммарную среднеквадратическую погрешность по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_V^2 + S_{\Theta}^2}. \quad (10)$$

Определяют границу относительной погрешности результата измерений по формуле

$$\delta = S_{\Sigma} \frac{\Theta + \varepsilon}{S_{\Theta} + S_V}. \quad (11)$$

Расходомер счетчик считается прошедшим поверку если его значения не превышают значений, указанных в таблице 5

Таблица 5

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 16 УВИР 12 УВИР 08 при проливном методе поверки, %				
Рабочее давление эксплуатации расходомера-счетчика, МПа		До 1,2 включительно	Свыше 1,2	
Условие проведения поверки		на атмосферном давлении	на повышенном давлении	на атмосферном давлении
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ $Q_{min} \leq Q < Q_t$ $Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$	$\pm 0,3$ $\pm 0,5$ $\pm 4,0$	$\pm 0,3$ $\pm 0,5$ $\pm 4,0$	$\pm 0,5$ $\pm 0,7$ $\pm 5,0$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 06 при проливном методе поверки, %				
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ $Q_{min} \leq Q < Q_t$ $Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$		$\pm 1,0$ $\pm 2,0$ $\pm 4,0$	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 02, УВИР 04 при проливном методе поверки, %				
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ $Q_{min} \leq Q < Q_t$ $Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$		$\pm 1,0$ $\pm 3,0$ $\pm 4,0$	

8.3.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом

8.3.2.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом после демонтажа расходомера с измерительной линии.

Расходомер помещается в контрольное помещение, закрывается со стороны фланцев. Проверяется стабилизация температуры в пределах 2°C в течение 15 минут. Поверка начинается, если изменение среднего по всем хордам значения скорости звука в газе в течение 15 минут не будет превышать $0,2\text{ м/с}$.

Расходомер не должен подвергаться воздействию солнечных лучей, т.к. это может вызвать внутри него конвекционные потоки.

Рассчитывают значение скорости звука в поверочной среде. Скорость звука в поверочной среде определяют в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости звука.

Проводят не менее пяти измерений скорости звука и скорости газа. Измерения проводятся в течение 15 минут с осреднением полученных результатов.

Расходомер считается прошедшим поверку, если

1) Измеренные значения скорости газа при нулевом расходе за 300 с не превышают значений по абсолютной величине:

0,006 м/с для расходомеров УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

0,012 м/с для расходомеров УВИР 06;

0,024 м/с для расходомеров УВИР 04 и УВИР 02.

2) отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу должны находиться в пределах

0,2% для расходомеров УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

0,3% для расходомеров УВИР 06;

0,4% для расходомеров УВИР 04 и УВИР 02.

3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать:

$\pm 0,1\%$ для расходомеров УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$\pm 0,2\%$ для расходомеров УВИР 06;

$\pm 0,3\%$ для расходомеров УВИР 04.

8.3.2.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом без снятия с измерительной линии.

Перед началом поверки изолируют участок трубопровода с расходомером. Поверка проводится при рабочем давлении и при стабильной температуре окружающей среды. Расходомер и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков, солнечных лучей и т.п., так как это может вызвать образование конвекционных потоков внутри расходомера.

Проверяется стабилизация температуры газа в пределах $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 15 минут. Поверка начинается, если изменение среднего по всем хордам значения скорости звука в газе в течение 15 минут не будет превышать $0,2\text{ м/с}$. Погрешность измерения (с учетом дрейфа) давления не должна превышать $\pm 0,1\%$, температуры $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Рекомендуется производить продувку и последующее заполнение участка трубопровода с расходомером однокомпонентным неагрессивным газом с известными физическими свойствами, например, азотом техническим 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293.

Рассчитывают значение скорости звука в поверочной среде. Скорость звука в поверочной среде определяют в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств. Для природного газа – ГОСТ 30319.3. Допускается применение других методов расчета скорости звука с относительной методической погрешностью не более $0,3\%$. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости звука.

Проводят не менее пяти измерений скорости звука и скорости газа. Измерения проводятся в течение 15 минут с осреднением полученных результатов.

Находят разность между значением скорости звука, полученным в результате измерений, и значением скорости звука, полученным расчетным методом.

Результаты определения метрологических характеристик при измерении расхода газа имитационным методом считают положительными, если:

1) Измеренные значения скорости газа при нулевом расходе за 300 с не превышают значений по абсолютной величине:

$0,006\text{ м/с}$ для расходомеров УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$0,012\text{ м/с}$ для расходомеров УВИР 06;

$0,024\text{ м/с}$ для расходомеров УВИР 04 и УВИР 02.

2) отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу должны находиться в пределах

$0,2\%$ для расходомеров УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$0,3\%$ для расходомеров УВИР 06;

$0,4\%$ для расходомеров УВИР 04 и УВИР 02.

3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать:

$\pm 0,1\%$ для расходомеров УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$\pm 0,2\%$ для расходомеров УВИР 06;

$\pm 0,3\%$ для расходомеров УВИР 04.

Примечание – Определение метрологических характеристик расходомера без снятия с измерительной линии может быть применено только в том случае, если отрезок трубопровода с смонтированным расходомером газа, может быть полностью перекрыт, в измерительном корпусе полностью отсутствует течение газа.

8.3.2.3 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях расходомера-счетчика при имитационном методе поверки представлены в таблице 6

Таблица 6

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 16 УВИР 12 УВИР 08 при имитационном методе поверки, %			
Рабочее давление эксплуатации расходомера-счетчика, МПа		При любом давлении	
Условие проведения поверки		Первичная/Периодическая (при первичной имитационной)	Периодическая (при первичной проливной)
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 0,7$	$\pm 0,5$
	$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$
	$Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$	$\pm 5,0$	$\pm 5,0$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 06 при имитационном методе поверки, %			
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 1,5$	
	$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2,5$	
	$Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$	$\pm 5,0$	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 02, УВИР 04 при имитационном методе поверки, %			
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 2,0$	
	$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 3,5$	
	$Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$	$\pm 5,0$	

8.4 Определение относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный сигнал и приведенной погрешности при преобразовании значения расхода газа в токовый сигнал

8.4.1 Погрешность определяют при трех значениях расхода в рабочих условиях: Q_{max} , $0,1 Q_{max}$ и Q_{min} .

8.4.2 К частотному выходу электронного блока подключить частотомер, к токовому выходу – универсальный калибратор унифицированных сигналов.

8.4.3 С помощью УВИР-ПК войти в режиме «Тест выходного сигнал F» и «Тест выходного сигнала I». В тестовом режиме эмуляции значения расхода в расходомере, считать значения следующих параметров:

- значение расхода в рабочих условиях $Q_{изм}$ с показывающего устройства расходомера или с дисплея компьютера, м³/ч;
- значение частоты $F_{изм}$ – с частотомера, Гц;
- значение тока $I_{изм}$ – с токовой шкалы калибратора, мА.

8.4.4 Определить расчетные значения частоты и тока по формулам

$$F_{расч} = F_{max} \frac{Q_{изм}}{Q_{max}} \quad (13)$$

$$I_{расч} = \left((I_{max} - I_o) \frac{Q_{изм}}{Q_{max}} \right) + I_o, \quad (14)$$

где F_{max} , I_{max} и Q_{max} – максимальные значения частоты (Гц), тока (мА) и расхода (м³/ч), заданные для шкалы выходного сигнала;

I_o – значение тока, соответствующее нулевому значению расхода, мА, для шкалы выходного сигнала.

Указанные величины F_{max} , I_{max} и Q_{max} приведены в паспорте поверяемого расходомера и должны быть внесены в настроечную базу расходомера.

8.4.5 Вычислить относительную погрешность расходомера по частотному выходу в каждой точке расхода по формуле

$$\delta_F = ((F_{изм} - F_{расч}) / F_{расч}) \cdot 100\% \quad (15)$$

где $F_{изм}$ – значение частоты с частотомера, Гц.

Расходомер считают прошедшим поверку, если значения относительной погрешности по частотному выходу δ_F расходомера находятся в пределах $\pm 0,02\%$.

8.4.6 Вычислить приведенную погрешность по токовому выходу в каждой точке расхода по формуле

$$\delta_I = ((I_{изм} - I_{расч}) / I_{max}) \cdot 100\% , \quad (16)$$

где $I_{изм}$ - значение тока с токовой шкалы вольтметра, мА.

Расходомер считают прошедшим поверку, если значения приведенной погрешности токового выхода δ_I расходомера находятся в пределах $\pm 0,1\%$.

8.4.7 Данные и результаты измерений вносят в протокол поверки.

8.5 Определение абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры

8.5.1 Для определения абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры необходимо к резистивному входу расходомера подключить магазин сопротивлений (рисунок 4)

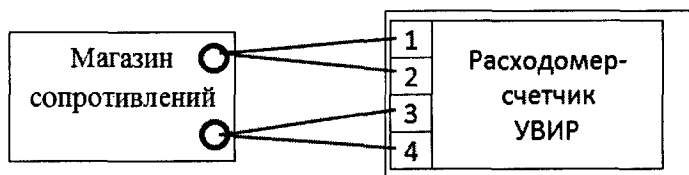


Рисунок 4 – Схема подключения к входам расходомера по четырехпроводной схеме магазина сопротивлений

8.5.2 Устанавливать на магазине сопротивлений поочередно сопротивление согласно таблице 7 составленной по ГОСТ 6651.

Таблица 7 – Номинальные статические характеристики для термопреобразователя сопротивления 100П

Сопротивление, Ом	Температура, °С
80,00	-50
84,03	-40
88,04	-30
92,04	-20
96,03	-10
100,00	0
103,96	10
107,91	20
11,85	30
115,78	40
119,70	50
123,60	60
127,50	70

8.5.3 Считать измеренные значения температуры с показывающего устройства расходомера или с помощью УВИР-ПК.

Вычислить абсолютную погрешность при преобразовании сопротивления в значение температуры в каждой точке по формуле

$$\Delta T_j = T_{\text{изм}} - T_{\text{табл}} \quad (17)$$

где $T_{\text{изм}}$ – считанное значение температуры с показывающего устройства расходомера или с помощью УВИР-ПК, °С;

$T_{\text{табл}}$ – табличное значение температуры соответствующее заданному сопротивлению.

8.5.4 За абсолютную погрешность расходомера при преобразовании сопротивления в значение температуры принимается наибольшее значение, полученное по формуле (17).

Расходомер считают прошедшим поверку, если значения абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры не превышают $\pm 0,15$ °С.

8.6 Определение приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления

8.6.1 Для определения приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления к токовому входу расходомера подсоединяют калибратор. Калибратором задают пять значений токового сигнала, соответствующих значениям давления равномерно распределенных по всему диапазону измерений датчика давления:

$$0,1P_{\text{max}}; 0,25P_{\text{max}}; 0,5P_{\text{max}}; 0,75P_{\text{max}}; P_{\text{max}}$$

8.6.2 Значения токового сигнала калибратора (мА) соответствующего каждой проверяемой точке давления $P_{\text{КД}}$ определяют по формуле

$$I_P = \frac{P_{\text{КД}}}{P_{\text{max}}} \cdot (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) + I_{\text{min}} \quad (18)$$

где: $P_{\text{КД}}$ – заданное значение давления калибратором, МПа;

P_{max} – максимальное значение давления, МПа;

I_{min} – минимальное значение входного аналогового сигнала, мА;

I_{max} – максимальное значение входного аналогового сигнала, мА.

8.6.3 Для каждого заданного значения давления определяют приведенную погрешность $\delta_{\text{укд}}$ по формуле

$$\gamma_{\text{укд}} = \frac{P_P - P_{\text{КД}}}{P_{\text{max}}} \cdot 100\% \quad (19)$$

где: P_P – измеренное значение давления, МПа.

8.6.4 Количество измерений на каждом значении токового сигнала должно быть не менее пяти.

8.6.5 Расходомер считают прошедшим поверку, если значения приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления расходомера не превышают $\pm 0,1\%$.

8.7 Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа

8.7.1 При помощи УВИР-ПК переводят расходомер в режим «Поверка-Тест-pTZ». Вводят значения параметров расхода Q_p (м³/ч); абсолютного давления (кПа(МПа)); температуры T (°С); параметры определяющие состав и свойства измеряемой среды – состав газа (моль, %); плотность газа при стандартных условиях (кг/м³); Выбирают

алгоритм расчета плотности и коэффициента сжимаемости. Вводят время выполнения измерения (с).

8.7.2 Рекомендуются тестовые комбинации значений выше указанных параметров используют из Таблиц Б.1, Б.2, Б.3, Б.4 Приложения Б.

8.7.3 Считывают с экрана показывающего устройства расходомера или через УВИР-ПК значения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям Q_c ($\text{м}^3/\text{ч}$).

8.7.4 Вычисляют относительную погрешность при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле

$$\delta_{Q_c} = \frac{Q_{cu} - Q_{cp}}{Q_{cp}} \cdot 100\% , \quad (20)$$

где: Q_{cu} – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное расходомером;

Q_{cp} – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, теоретически расчетное в сертифицированном программном обеспечении.

8.7.5 Вычисляют относительную погрешность при вычислении объема газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле

$$\delta_{V_c} = \frac{V_{cu} - V_{cp}}{V_{cp}} \cdot 100\% , \quad (21)$$

где: V_{cu} – значение объема газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное расходомером;

V_{cp} – значение объема газа, приведенного к стандартным условиям, теоретически расчетное в сертифицированном программном обеспечении.

8.7.6 Вычисляют относительную погрешность при вычислении массового расхода газа по формуле

$$\delta_{Q_m} = \frac{Q_{mi} - Q_{mp}}{Q_{mp}} \cdot 100\% , \quad (22)$$

где Q_{mi} – значение массового расхода газа, вычисленное расходомером;

Q_{mp} – значение массового расхода газа, теоретически рассчитанное в сертифицированном программном обеспечении.

8.7.7 Вычисляют относительную погрешность при вычислении массы газа по формуле

$$\delta_M = \frac{M_u - M_p}{M_p} \cdot 100\% \quad (23)$$

где M_u – значение массы газа, вычисленное расходомером;

M_p – значение массы газа, теоретически рассчитанное в сертифицированном программном обеспечении.

8.7.8 Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности при вычислении не превышает $\pm 0,01\%$.

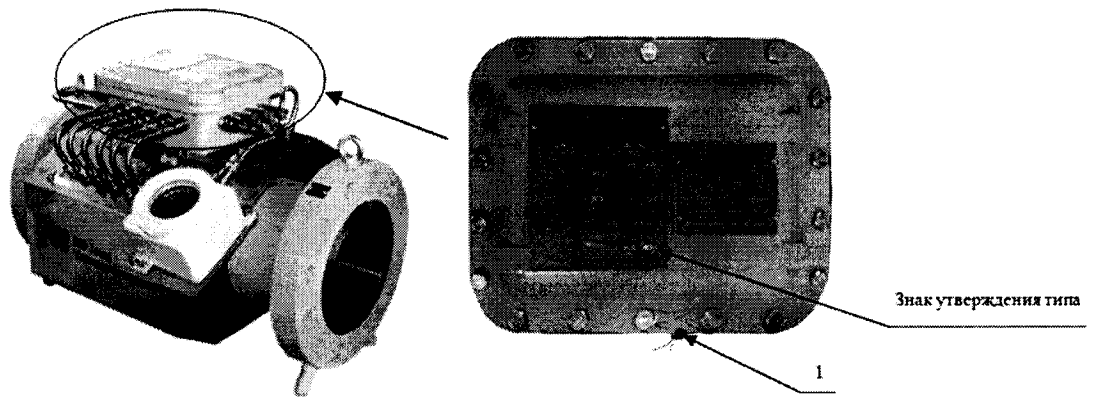
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1. Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

9.2. Положительные результаты поверки оформляют свидетельством в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года.

9.3. При отрицательных результатах поверки счетчик не допускают к применению и выполняют процедуры, предусмотренные «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года.

Приложение А
(обязательное)



1 – пломба свинцовая.

Рисунок А.1 - Схемы пломбирования
расходомеров - счетчиков газа ультразвуковых УВИР

Приложение Б
(обязательное)

Таблица Б.1 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по модифицированному методу NX19.

Состав газа:

азот - 0,8858 мол. %,
диоксид углерода - 0,0668 мол. %.

Вводимые значения				Вычисленное значение	Расчетное значение
Qp, (м ³ /ч)	T, (°C)	Рабс, (МПа)	ρс, кг/м ³	Qси(м ³ /ч)	Qср.(м ³ /ч)
10	16,85	0,9	0,6799	91,2108

Таблица Б.2 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по уравнению состояния GERG-91.

Состав газа:

азот - 0,8858 мол. %,
диоксид углерода - 0,0668 мол. %.

Вводимые значения				Вычисленное значение	Расчетное значение
Qp, (м ³ /ч)	T, (°C)	Рабс, (МПа)	ρс, кг/м ³	Qси(м ³ /ч)	Qср.(м ³ /ч)
10	16,85	3,997	0,6799	430,5312

Таблица Б.3 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по уравнению состояния AGA8-92DC.

Состав газа:

Метан - 98,2722 мол. %,
Этан - 0,5159 мол. %,
Пропан - 0,1607 мол. %,
n-бутан - 0,0592 мол. %,
азот - 0,8858 мол. %,
диоксид углерода - 0,0668 мол. %,
n-пентан - 0,0157 мол. %,
n-гексан - 0,0055 мол. %,
n-гептан - 0,0016 мол. %,
n-октан - 0,0009 мол. %,
гелий - 0,0157 мол. %.

Вводимые значения				Вычисленное значение	Расчетное значение
Qp, (м ³ /ч)	T, (°C)	Рабс, (МПа)	ρс, кг/м ³	Qси(м ³ /ч)	Qср.(м ³ /ч)
10	16,85	3,997	0,6799	430,5312

Таблица Б.4 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по уравнению состояния ВНИЦ СМВ.

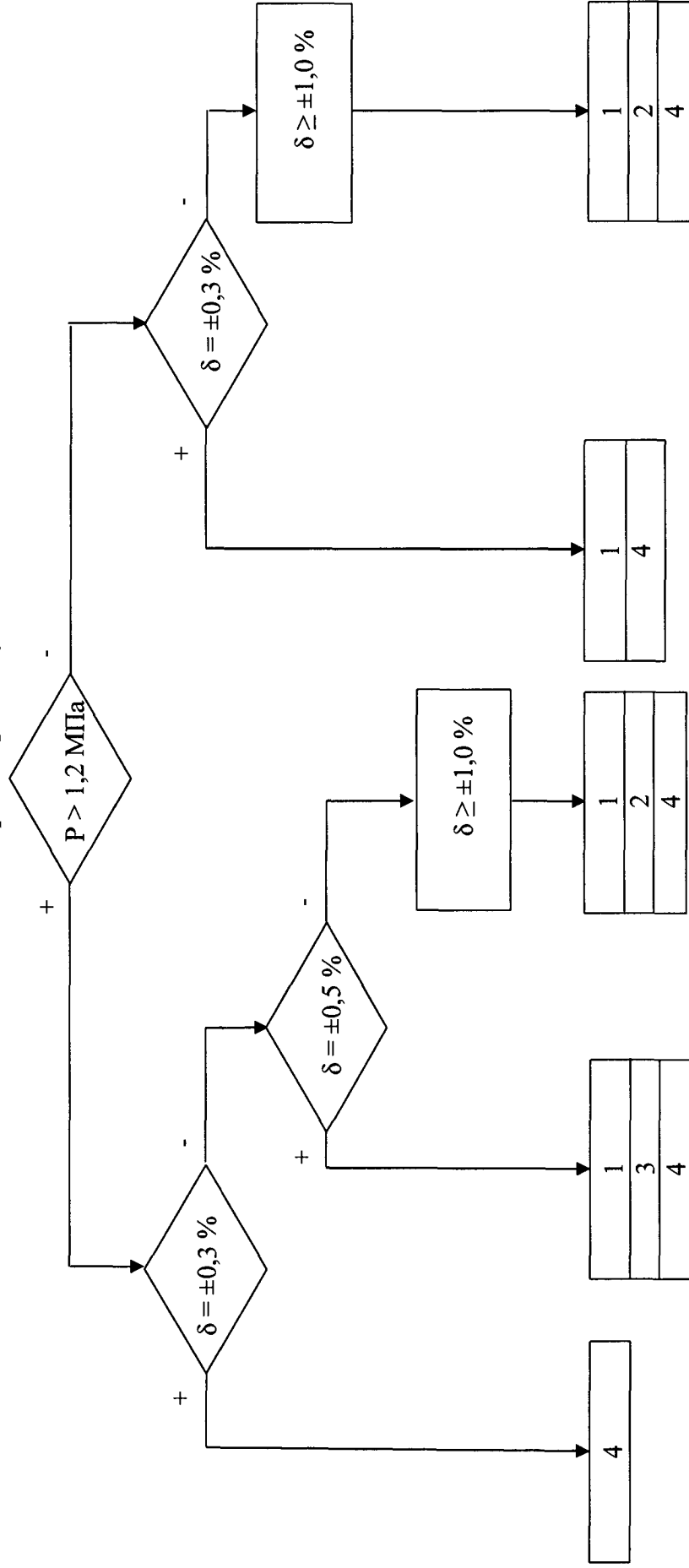
Состав газа:

Метан - 89,27 мол. %,
Этан - 2,26 мол. %,
Пропан - 1,06 мол. %,
i-бутан - 0,01 мол. %,
азот - 0,04 мол. %.

диоксид углерода - 4,3 мол. %,
 сероводород - 3,05 мол. %,
 пропилен - 0,0055 мол. %,

Вводимые значения				Вычисленное значение	Расчетное значение
$Q_p, (м^3/ч)$	$T, (°C)$	$P_{абс}, (МПа)$	$\rho_c, кг/м^3$	$Q_{си}(м^3/ч)$	$Q_{ср.}(м^3/ч)$
10	50	1,081	0,7675	98,226

Приложение В
(справочное)
Блок-схема выбора поверочной установки



- 1- Установка поверочная, работающая на воздухе при атмосферном давлении СКО 0,05% (при 11 независимых измерениях), НСП 0,04%, поверка согласно п. 8.3.1.1;
 2- Установка поверочная, работающая на воздухе при атмосферном давлении, с расширенной неопределенностью воспроизведения величины объемного расхода $U_{0,95}=0,3\%$, поверка согласно п. 8.3.1.1;
 3- Установка поверочная, работающая на воздухе при атмосферном давлении, с расширенной неопределенностью воспроизведения величины объемного расхода $U_{0,95}=0,3\%$, поверка согласно п. 8.3.1.2;
 4 - Установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера-счетчика, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,23\%$, %, поверка согласно п. 8.3.1.2;

Условные обозначения:

P – рабочее абсолютное давление расходомеров-счетчиков УВИР, МПа;

δ – пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях расходомеров- счетчиков УВИР, %.